

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-064897

(43)Date of publication of application : 20.03.1991

(51)Int.Cl.

H05H 1/00  
G23C 14/54  
G23C 16/50  
G23C 16/52  
H01L 21/205  
H01L 21/302

(21)Application number : 01-199257

(22)Date of filing : 02.08.1989

(71)Applicant : MITSUBI TOATSU CHEM INC

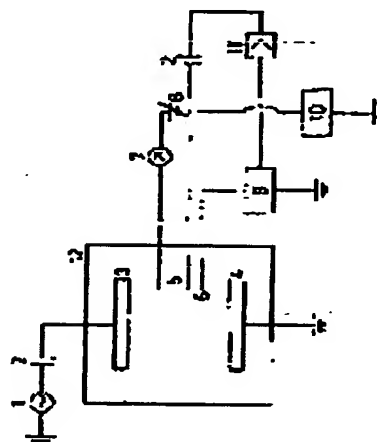
(72)Inventor : SUGAWARA MINORU  
KOBAYASHI YOSHIO  
MIYAJI KENJI  
FUKUDA NOBUHIRO

## (54) MEASURING METHOD OF PLASMA PARAMETER

## (57)Abstract:

PURPOSE: To enhance reproducibility of a measured plasma parameter by weighting, to a plasma parameter measuring circuit, an ac voltage detected by a plasma potentiometer connected to a plasma parameter measuring means.

CONSTITUTION: A high frequency voltage detecting circuit 9 connected to a capacitive coupling probe measures a plasma potential, and an amplifier 11 amplifies only an ac component to weight it to a plasma parameter measuring circuit. An ammeter 7 measures a current value flowing into the probe 5 at the time of application of a bias voltage between the plasma and the probe 5. The resultant voltage/current characteristic shows an ideal curve without any roughness. When the bias voltage applied between the plasma and the probe 5 is zero, the current value flowing into the probe 5 becomes theoretically zero.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]..

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

## ⑪ 公開特許公報(A) 平3-64897

⑫ Int. Cl.<sup>5</sup>

H 05 H 1/00  
C 23 C 14/54  
16/50  
16/52  
H 01 L 21/205  
21/302

識別記号

A

庁内整理番号

9014-2G  
9046-4K  
8722-4K  
8722-4K  
7739-5F  
8122-5F

⑬ 公開 平成3年(1991)3月20日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全4頁)

⑭ 発明の名称 プラズマパラメーターの測定方法

⑮ 特 願 平1-199257

⑯ 出 願 平1(1989)8月2日

⑰ 発 明 者 菅 原 寛 東京都狛江市西野川2丁目15-1  
⑰ 発 明 者 小 林 祥 男 群馬県前橋市元総社町2172-5  
⑰ 発 明 者 宮 地 賢 司 神奈川県横浜市栄区飯島町2882番地  
⑰ 発 明 者 福 田 信 弘 神奈川県横浜市栄区飯島町2882番地  
⑰ 出 願 人 三井東圧化学株式会社 東京都千代田区霞が関3丁目2番5号

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

プラズマパラメーターの測定方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) プラズマパラメーターを探針により測定する方法において、プラズマパラメータ計測手段に接続させたプラズマ電位計測手段により検出される交流電圧を、該プラズマパラメータ計測回路に重畳することを特徴とするプラズマパラメーターの測定方法。

(2) 容量型探針をプラズマ電位計測手段として用いる特許請求の範囲(1)項記載のプラズマパラメーターの測定方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## (技術分野)

本発明は放電により生じるプラズマの状態を把握し、これを最適状態に制御するための監視技術に関するものであり、とくに薄膜形成プロセスに用いられる弱電離プラズマに適用され、薄膜形成技術の制御性を向上させる技術に関する。

## (背景技術と発明の課題)

従来、成膜、スパッタ、エッチング、洗浄その他表面改質などに対してプラズマプロセスが適用されている。これらプロセスにおいては、原料ガスや希釈ガスの圧力、流量、放電のための電流、電圧、電力等を制御することにより、反応条件が制御されてきた。しかしながら、これらの制御因子はあくまで、放電の外部制御因子であり、放電の内部状態を直接検出して制御することはできなかった。したがって、反応装置の寸法、形、電極配置が異なる場合には、その外部制御因子は大幅に変化するため、プラズマプロセスの制御性において、統一性、一般性を欠き技術の普遍化、蓄積が困難であった。これに対し、プラズマ雰囲気中に直接、探針を設けてプラズマ密度、電子温度などのプラズマパラメーターを測定し、放電の内部因子を把握することも試みられてきたが、いまだ、満足のいく結果は得られていない。特に、高周波放電の内部パラメータの把握に困難をきわめている。

現在、探針によるプラズマパラメータの測定は以下のごとく構成の計測回路および手順により以下のように行われている。即ち、探針にプラズマ電位より十分高い電圧を印加して、一定の電子電流（電子飽和電流）を求める。また、プラズマ電位より低い電圧を印加して、一定のイオン電流（イオン飽和電流）を得る。このように、探針への印加電圧を電子飽和電流領域からイオン飽和電流領域まで掃引して得られる探針の電流・電圧特性の曲線の勾配からプラズマパラメータを求める。しかしながら、現状の測定法では、放電に用いる高周波の影響により、測定系を電位的に浮かした浮動探針法を用いた場合でも不充分であり、プラズマ・探針間電圧が一定にならない。そのため探針へ流れ込む電流値が大きく変化してしまい、得られる探針の電流・電圧特性は極めて歪んだものとなる。この解決のため、データは平均値で代用されるが、探針の電圧に対し電流は指数的に変化するため、平均化されて求められる電流値は真の値を反映しないという問題がある。した

出される交流電圧を、該プラズマパラメータ計測回路に重畳することを特徴とするプラズマパラメータの測定方法、であり、好ましくは、容量型探針をプラズマ電位計測手段として用いるプラズマパラメータの測定方法である。

プラズマ電位の検出回路は少なくとも、プラズマ電位計測手段として、交流成分を測定可能な探針または電極、および高周波電圧検出回路、増幅器、コンデンサから構成され、プラズマパラメータ計測回路に接続されている。当該探針または電極からは、交流成分が重畳されたプラズマ電位が検出されるので、この交流成分のみを取り出し、増幅器で増幅し、当該検出回路に接続されたプラズマパラメータ計測回路に重畳するものである。当該探針または電極としては、小さな金属電極を絶縁物で被覆した容量型探針や反応器の外側に設けられた容量結合を利用した金属板電極などが適して用いられる。当該容量型探針は、特にプラズマ中に設置して用いられるため、プラズマの状態を、空間的に、部分部分に分割して計測する

が、得られるプラズマパラメータは、絶対値、再現性ともに不十分なものであった。本発明者は、これら問題を解決するために、鋭意検討を重ねて、本発明を完成するに至った。

#### （発明の基本的着想）

本発明の基本的着想は、電流・電圧特性に影響する電圧変動を検出して、それを探針に重畳して、その影響をなくす点にある。すなわち、プラズマパラメータ計測回路に接続させたプラズマ電位計測手段により、交流電圧を検出し、それをプラズマパラメータ計測回路に重畳させることにより、測定中の変動を解消するものである。このことにより、プラズマ・探針間の電圧の増減、ひいては探針へ流れ込む電流値の変動が解消され、理想的な探針電圧・電流曲線が得られるものである。

#### （発明の開示）

本発明は、プラズマパラメータを探針により測定する方法において、プラズマパラメータ計測手段に接続させたプラズマ電位計測手段により検

ことに有用な手法である。ガラス、セラミックス等の絶縁性の反応器の外側に設置した容量結合性の電極は反応器全体にわたる平均的なプラズマの状態を観測する手段として効果的である。本発明は高周波放電によるプラズマの計測に有効であるが、その周波数は特に限定されるものではない。具体的には、50～60Hzの交流、13.56MHzの商用高周波放電、さらに波長の短いマイクロ波による放電のプラズマパラメータの計測において有効に利用される。

本発明においては、プラズマ中に探針を設けてプラズマパラメータを測定する方法において、プラズマ電位計測手段により、検出される交流電圧をプラズマパラメータ計測回路に重畳することが必須の要件であり、プラズマパラメータ計測回路自体は特に限定されるものではない。

以下、当該計測回路の一例を示して、好ましい方法、形態について添付図面を参照しながら説明する。当該計測回路は、探針、電流検出器、バイアス電源などから構成されている。本発明におい

て、有用な計測法を用いる探針の四類別に例示する。すなわち、単一の探針を用いる単探針法、第1図に示すように、2本の探針5を一組にして用いる複探針法、3本の探針を用いる3探針法、加熱した探針を用いる加熱探針法、高周波電圧を印加する高周波探針法などがあり、いずれも有効に用いられる。探針は、当該計測回路にプラズマから微小の電流を取り込むための導体である。このために、好ましくは平板、円筒（棒状）および球形等の小さな金属材料が用いられる。また、当該探針は、電流の取り込みに必要な先端部分をのみ、プラズマ中に露出させる構造が効果的であるため、探針の先端部分をのみ、他の部分はガラス、セラミックス等の絶縁材料で被覆して用いられることが好ましい。

この探針5は成膜、スパッタリング、エッチング、洗浄その他表面改質を含むプロセッシングプラズマ装置に設置され、放電により生じる電流値をバイアス電源から印加された電圧に対して計測するものである。しかし、本発明においては、バ

値を電流計7で測定した。こうして得られた探針5電圧・電流特性は歪みのない理想的な曲線を示し、プラズマ・探針5間に印加するバイアス電圧値が零の時には、探針5に流れ込む電流値も理論どおり零であった。また、探針5の電圧・電流特性をマイコンにて種々の処理が行われ、電子密度、イオン密度、電子温度などのプラズマ内部パラメータを求めた。本方法により求めた電子密度、イオン密度、電子温度の値の再現性は2%以内であった。

#### 〔実施例2〕

第2図に示す装置を用いて実施した。すなわち、反応容器に石英ガラス製容器13を用いた容量結合型高周波グロー放電装置を用いた。プラズマ内部パラメータ測定用の探針としては、直径0.1mmのタングステン線を用いた複探針5を使用した。プラズマ電位計測手段としては、石英製ガラス容器の外側に円弧状に拵う形で設置された金属板電極14が用いられた。当該電極に接続された高周波電位検出回路9により、プラズマ電位の交流成分が

バイアス電圧は、プラズマ電位計測手段により、検出される交流電圧が重畳されたものである。この結果として、当該電位-電圧特性は歪みのない特性で得られ、電子密度、電子温度等のプラズマ内部パラメータの値が再現性よく得られた。

#### 〔実施例1〕

本発明を実施するための具体的な装置を第1図に示した。プロセッシングプラズマ装置としては、容量結合型高周波グロー放電装置を用いた。反応容器12はステンレス製のものである。プラズマパラメータ測定用の探針としては、直径0.1mmのタングステン線を用いた複探針5を使用した。プラズマ電位計測手段としては、リード線の先端にタングステンの小片を取り付け、その部分を絶縁物で被覆した容量結合型探針6を設置した。容量結合型探針に接続された高周波電位検出回路9により、プラズマ電位を測定して、この交流成分のみを11により増幅してプラズマパラメータ計測回路に重畳した。また、プラズマ・探針5間にバイアス電圧を印加して、この時に探針5へ流れ込む電流

取り出された。この交流成分を11で増幅してプラズマパラメータ計測回路に重畳した。また、プラズマ・探針5間にバイアス電圧を印加して、この時に探針5へ流れ込む電流値を電流計7で測定した。こうして得られた探針5電圧・電流特性は歪みのない理想的な曲線を示し、プラズマ・探針5間に印加されるバイアス電圧値が零の時には、探針5に流れ込む電流値も理論どおり零であった。

このようにガラス製の容器を用いた場合は直接プラズマ雰囲気中にプラズマ電位検出端子を挿入しなくても、プラズマパラメータを正確に再現性よく（3%以内）を求めることができた。

#### 〔比較例〕

実施例1において、プラズマ電位検出回路9を省略して、プラズマパラメータ計測回路のみを用いて、探針5により電圧・電流特性を求めた。この電圧・電流特性は全電圧領域にて歪んだ、ノイズの多い曲線を示した。また、プラズマ・探針5間に印加するバイアス電圧値が零の時にも、探針5に電流が流れ込み、零とならなかった。この探

針5の電圧・電流特性から得られた電子密度、イオン密度、電子温度等の値の大きくばらつき、再現性に乏しいものであった。

(発明の効果)

以上の実施例ならびに比較例から明らかなように、本方法を用いて測定されたプラズマパラメータの再現性は極めて高く、プラズマの制御性、安定性が著しく向上する。その結果、本発明を適用した成膜、スパッタ、エッチング、洗浄その他表面改質などの再現性も著しく高まった。また、制御性の向上により、成膜プロセスも精微に制御可能となり、薄膜の品質改善や構造制御に大きく貢献するものである。このように、本発明はプロセッシングプラズマにとって、きわめて有用な発明である。

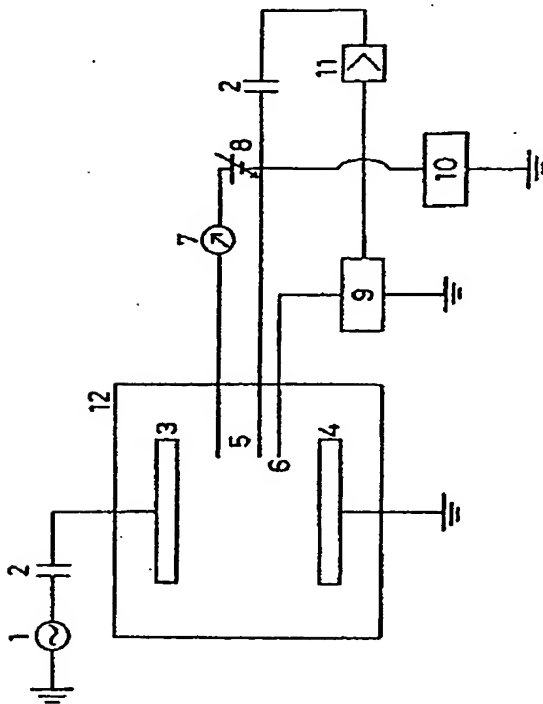
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図および第2図は本発明を実施するための、プラズマ装置と測定回路の一例を示す説明図である。

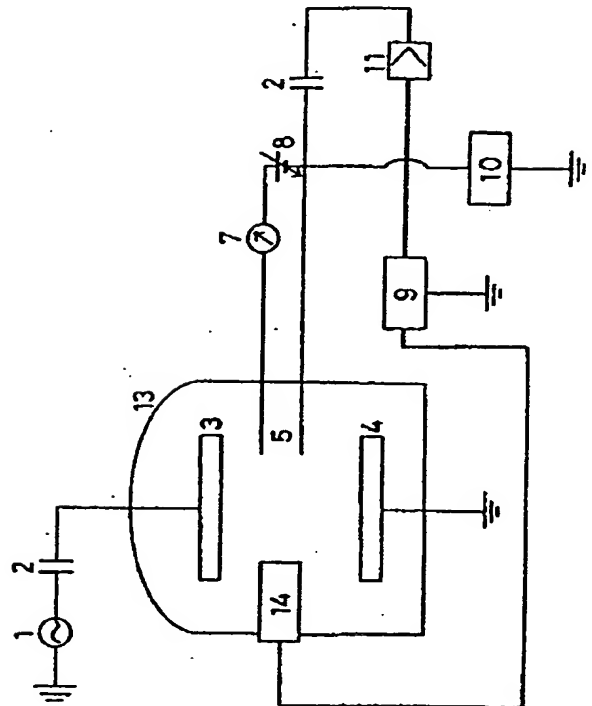
図中1-----高周波電源、2-----コンデンサー

、3-----高周波電極、4-----アース電極、5-----電圧計、6-----容量型電圧計、7-----電流検出器、8-----バイパス電圧、9-----高周波電位検出回路、10-----高インピーダンス回路、11-----増幅器、12-----ステンレス製反応器、13-----石英ガラス製容器、14-----金属板電極。

第1図



第2図



特許出願人 三井東圧化学株式会社